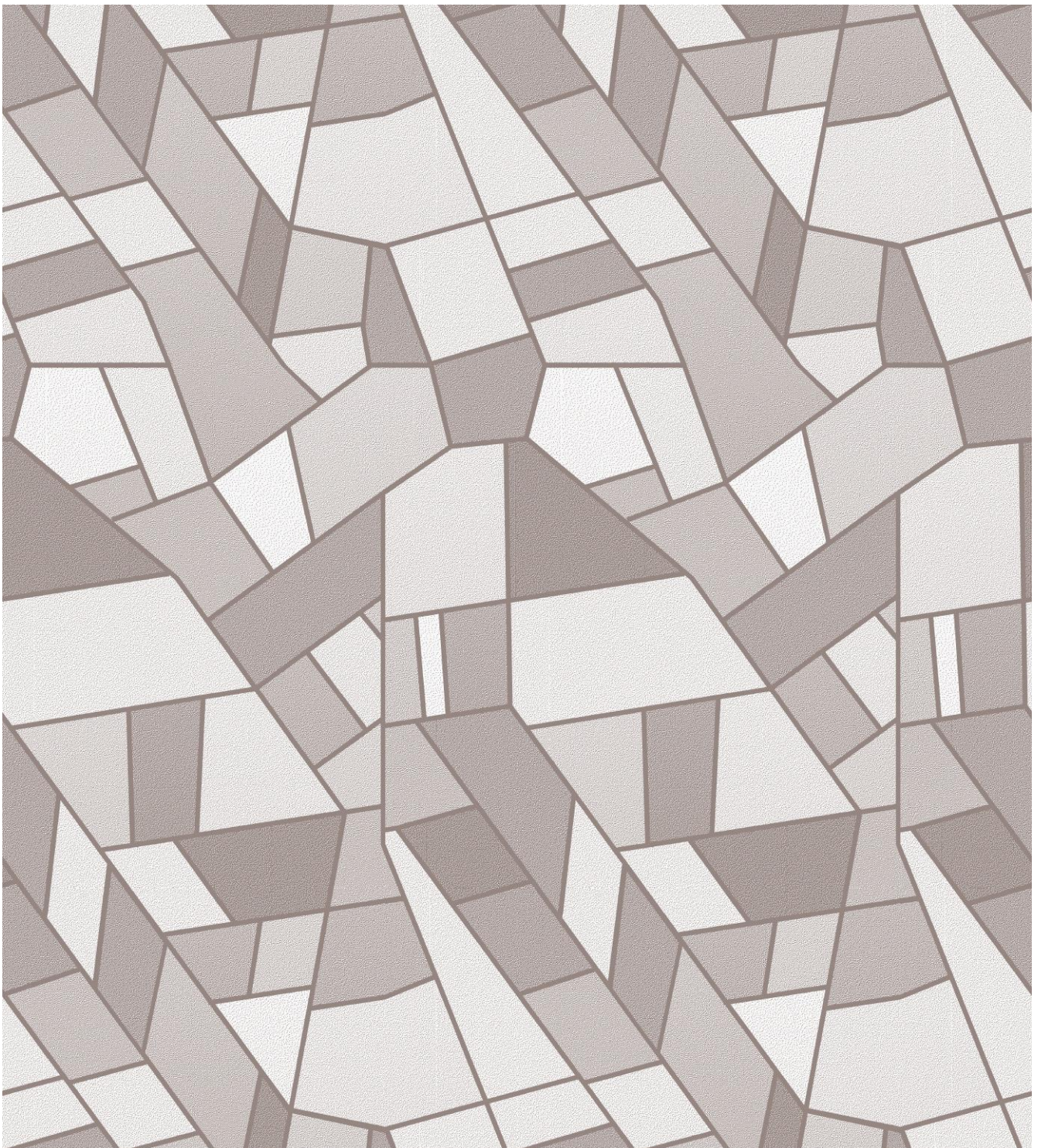


BZO-Teilrevision Steinacker

Einfluss der Zonenänderung auf die Störfallrisiken der Bahnlinie
22. Februar 2022



Projektteam

Lukas Vonbach
Christiane Lorenz

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 22. Februar 2022
2022-02-22_RB_BZO-Teilrevision_Kloten.docx
Projektnummer: 221481

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Zielsetzung	4
2.	Projektvorhaben	4
3.	Vorgehen	5
3.1	Leitstoffe	5
3.2	Methodik	5
3.3	Untersuchte Situationen	6
4.	Datengrundlagen	7
4.1	Gefahrguttransportmengen	7
4.2	Personenexposition	8
4.3	Entwicklungsvorhaben Steinacker	9
4.4	Weitere Annahmen	9
5.	Ergebnisse	10
5.1	Risiken	10
5.2	Folgerungen	15
6.	Massnahmen	16
7.	Literaturverzeichnis	19

Anhang

A1	Situation Baufelder	20
A2	Untersuchte Eisenbahnlinie	23
A3	Kurzbeschrieb Screening-Methodik	24

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Stadt Kloten plant entlang der Bahnlinie Zürich – Kloten – Effretikon eine Bau- und Zonenordnung (BZO)-Teilrevision für das Gebiet Steinacker. Das Gebiet umfasst rund 50 Hektaren Gewerbe- und Industriezone, die in eine Zentrumszone überführt werden sollen. Geplant sind Gewerbe-, Büro- und Wohnnutzungen, sowie öffentliche Einrichtungen inkl. eines Schulhauses.

Auf der Bahnlinie, die südlich des Gebiets Steinacker verläuft, werden jährlich rund 620'000 Tonnen Gefahrgüter transportiert. Aufgrund dieser Transportmenge ist die Bahnlinie als risikorelevant eingestuft und untersteht der Störfallverordnung StFV [Lit. 1]. Die damit verbundenen Störfallrisiken liegen gemäss den Beurteilungskriterien der StFV [Lit. 2] aktuell vollständig im akzeptablen Bereich. Die geplante Umzonung und zugehörige Arealentwicklung führt zu einer deutlichen Zunahme der Personendichten im Nahbereich der Bahnlinie. Dies wirkt sich auf die Störfallrisiken aus, es ist mit einer Erhöhung der Risiken zu rechnen.

Gemäss Art. 11a StFV ist der Kanton verpflichtet, bei relevanten raumplanerischen Änderungen im Konsultationsbereich eine Koordination der Raumplanung und der Störfallvorsorge vorzunehmen. Das konkrete Vorgehen dazu ist in der Planungshilfe «Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge» des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE vom Oktober 2013 resp. deren Überarbeitung im Jahr 2021 beschrieben.

1.2 Zielsetzung

Mit dem vorliegenden Risikobericht werden die künftigen Störfallrisiken der Bahnlinie abgeschätzt. Dabei werden drei verschiedene Varianten untersucht, die sich in der Belegung der Baufelder, der Nutzungsform und dem Standort für ein Schulhaus unterscheiden. Zusätzlich werden Änderungen bei der Bahninfrastruktur und dem Bahnbetrieb berücksichtigt.

Ausgehend von der Risikosituation werden konkrete Massnahmen zur Reduktion der Störfallrisiken für die BZO-Teilrevision Steinacker vorgeschlagen.

2. Projektvorhaben

Das Gebiet Steinacker umfasst insgesamt 12 Baufelder mit rund 218'700 m² Grundfläche (Baufelder A1-A4, B1-B4, C1, D1-D3).

Auf jedem der Baufelder sind mehrgeschossige Gebäude geplant, für die Wohn- und Gewerbenutzungen vorgesehen sind. Der Wohnanteil je Baufeld liegt zwischen 40% und 80%. Der Standort des geplanten Schulhauses ist noch nicht festgelegt, zur Auswahl stehen die Baufelder B1, D1 und D2.

Die Personenaufkommen wurden abgeleitet über die Ausnützungsziffer (ANZ) von 2.16, den für jedes Baufeld angegebenen Wohnanteil, sowie den Schlüssel von 50 m² Wohnfläche pro Person und 25 m² Gewerbefläche pro Person. Schliesslich wurde die Anzahl an Personen pro Baufeld mit dem Faktor 0.6 skaliert, um Freiflächen und einer damit verbundenen Überschätzung Rechnung zu tragen. Die Daten zur Personenbelegung, sowie die Pläne zur Lage und Belegung der Baufelder sind in Anhang A1 dargestellt. Die Lage der Eisenbahnlinie mit zugehörigen Datenpunkten, ist in Anhang A2 dargestellt.

3. Vorgehen

3.1 Leitstoffe

Stellvertretend für die Gesamtheit aller Gefahrgüter werden gemäss den Vorgaben des Bundesamts für Verkehr BAV, die Risiken für drei verschiedene Leitstoffe einzeln ermittelt und dargestellt:

- *Leitstoff Benzin*: Repräsentant für brennbare Flüssigkeiten wie Benzin, Heizöl, Flugpetrol oder Aceton. Die Hitzewirkung im Falle eines Brandes stellt die massgebliche Wirkung dar (Beispiel: Störfall in Zürich-Affoltern im März 1994).
- *Leitstoff Propan*: Repräsentant für druckverflüssigte, brennbare Gase wie Propan, Butan oder Ethylenoxid. Massgebliche Wirkungen sind Hitze- oder Druckwirkungen infolge eines Freistrahlsbrands, eines Gaswolkenbrands (Beispiel: Störfall in Viareggio (Italien) im Mai 2009) oder eines Feuerballs.
- *Leitstoff Chlor*: Repräsentant für druckverflüssigte, humantoxische Gase wie Chlor oder Chlorwasserstoff bzw. für stark flüchtige, humantoxische Flüssigkeiten wie Brom. Die Gefährdung erfolgt durch Inhalation toxischer Gase bzw. Dämpfe (Beispiel: Störfall in Graniteville (USA, South Carolina) im Januar 2005).

3.2 Methodik

Für die Untersuchung der Risiken der Gefahrguttransporte auf der Eisenbahnlinie wird die von den Eisenbahnbetreibern und den Behörden entwickelte und etablierte Screening-Methodik verwendet [Lit. 3]. Die Methodik wie auch die Daten werden regelmässig aktualisiert. In der aktuellen Version wird insbesondere das SBB-Regelwerk I-50062 berücksichtigt, welches eine Einschränkung im Verkehr mit Gefahrgütern, die dem Leitstoff Chlor zugeordnet sind, vorschreibt [Lit. 4].¹

Die zentralen methodischen Elemente bestehen darin, dass entlang der Eisenbahnlinie auf dem für Gefahrguttransport relevantesten Durchfahrtsgeleis alle 100 m ein Datenpunkt (Subelement) angeordnet ist. Die Datenpunkte

¹ I-50062: Verpflichtet die SBB Infrastruktur, per 01.01.2019 Kesselwagen mit Chlor nur in Sonderzügen unter der Vermeidung von Doppelbefahrungen und mit einer Maximalgeschwindigkeit von 40 km/h verkehren zu lassen.

sind jeweils Repräsentanten für einen Streckenabschnitt von 100 m und entsprechen einem im Modell angenommenen Unfallort. Für jeden Datenpunkt werden sämtliche risikorelevanten Merkmale in Bezug zur Bahnlinie (Infrastruktur, Betrieb) und zur Umgebung erfasst und berücksichtigt.

Die Methodik wurde ursprünglich entwickelt, um einen Überblick der Risiken auf dem gesamten Streckennetz zu ermöglichen. Die Ermittlung und Darstellung der Risiken erfolgt nicht pro Datenpunkt, sondern für einen mehr oder weniger «homogenen» Streckenabschnitt (sogenannte Segmente). In der Regel wiesen diese Segmente eine Länge von 1 bis 2 km auf. Für die Beurteilung werden die Häufigkeiten des gesamten Segments auf eine einheitliche Länge von 100 m normiert. Damit wird sichergestellt, dass die Beurteilung der Risiken unabhängig von der Länge des Segments resp. der Systemgrösse ist.

Werden nun einzelne Areale entlang eines Segments überbaut, so erhöht dies die Risiken eines Segments. Da ein Segment jedoch einen längeren Streckenabschnitt abdeckt, sind einzelne Entwicklungen insb. bei längeren Segmenten von untergeordneter Bedeutung. Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Analyse zwei unterschiedliche Systemgrössen betrachtet:

I Segment R717: Die Betrachtung des gesamten Segments – im vorliegenden Fall ist dies das 2 km lange Segment mit der Bezeichnung R717 – entspricht der Systemgrösse, wie sie im Rahmen des Screenings betrachtet wird. Im Vordergrund stehen die Risiken des gesamten Segments. Diese Betrachtung ist massgebend, wenn es um den Vollzug der StfV geht.

II Teilsegment: Einschätzung des Einflusses eines einzelnen oder mehrerer Entwicklungsvorhaben – im vorliegenden Fall die Entwicklung gemäss der BZO-Teilrevision Steinacker.

Um den Einfluss dieses Entwicklungsvorhabens auf die Störfallrisiken präziser beurteilen zu können, werden die Risiken eines Teilsegments betrachtet. Das Teilsegment entspricht dabei einem Teil der Stecke mit insgesamt 16 Datenpunkten (1.6 km).

Für die Beurteilung im Zusammenhang mit dem Vollzug der StfV sind die Risiken des Segments (I) massgebend. Der Einfluss eines Projektvorhabens auf die Störfallrisiken der Anlage wie auch die Wirkung von risikomindernden Massnahmen können anhand der Risiken des Teilsegments (II) zutreffender beurteilt werden. Weiter Hinweise zur Methodik finden sich in Anhang A3.

3.3 Untersuchte Situationen

In der vorliegenden Störfallbetrachtung werde die folgenden vier Situationen untersucht resp. dargestellt:

— Ist-Situation:

Aktuelle Risikosituation im Bereich des Segments R717 resp. des 400 m langen Teilsegments entlang des Projektperimeters. Darstellung der aktuellen Risiken (Stand 2021) in diesem Bereich ohne Arealentwicklungen (Ausgangszustand).

- Situation 1, Zustand Zukunft, Schulhaus auf Baufeld D1:
Künftige Risikosituation mit Darstellung der künftig in diesem Bereich zu erwartenden Störfallrisiken (ca. 2030) nach der Realisierung der Entwicklungsvorhaben auf allen Baufeldern. Das Baufeld D1 wird mit einem Schulhaus mit 400 Personen geplant, anstelle von 274 Anwohnenden und 823 Arbeitsplätzen.
- Situation 2, Zustand Zukunft, Schulhaus auf Baufeld D2:
Künftige Risikosituation mit Darstellung der künftig in diesem Bereich zu erwartenden Störfallrisiken (ca. 2030) nach der Realisierung der Entwicklungsvorhaben auf allen Baufeldern. Das Baufeld D2 wird mit einem Schulhaus mit 400 Personen geplant, anstelle von 315 Anwohnenden und 270 Arbeitsplätzen.
- Situation 3, Zustand Zukunft, Schulhaus auf Baufeld B1:
Künftige Risikosituation mit Darstellung der künftig in diesem Bereich zu erwartenden Störfallrisiken (ca. 2030) nach der Realisierung der Entwicklungsvorhaben auf allen Baufeldern. Das Baufeld B1 wird mit einem Schulhaus mit 400 Personen geplant, anstelle von 158 Anwohnenden und 211 Arbeitsplätzen.

4. Datengrundlagen

4.1 Gefahrguttransportmengen

Das Segment R717 setzt sich aus insgesamt 20 Datenpunkten zusammen, die jeweils einen Abschnitt von 100 m abbilden. Das Segment ist hinsichtlich der transportierten Gefahrgutmengen in zwei Abschnitte unterteilt. Auf dem östlichen Teil, der Mehrheit der Strecke (1,7 km), wurden im Jahr 2018 insgesamt rund 618'700 Tonnen Gefahrgut transportiert. Auf den südwestlichen drei Datenpunkten, wurden insgesamt 567'400 Tonnen Gefahrgut transportiert.

Auf die betrachteten Leitstoffe fallen dabei die folgenden Mengen:²

Leitstoff	Transportmenge Ostteil (Tonnen/Jahr)	Transportmenge Südwestteil (Tonnen/Jahr)
Benzin	282'300	265'500
Propan	9'400	9'400
Chlor	7	1

Tabelle 1: Gewichtete Transportmenge auf dem untersuchten Segment R717 im Jahr 2018.

Im Vergleich mit ebenfalls risikorelevanten Streckenabschnitten in der Schweiz handelt es sich um kleine Transportmengen. Die Maximalmengen an Gefahrgütern, die auf dem schweizerischen Streckennetz im Jahr 2018 transportiert wurden, betragen gesamthaft 9.7 Mio. Tonnen (Bahnhof

² Streng genommen handelt es sich um gewichtete Nettotonnagen, da Unterschiede im Gefahrenpotenzial (z. B. im Zusammenhang mit der Zündwahrscheinlichkeit) bei einzelnen Leitstoffen über Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden.

Pratteln), für den Leitstoff Benzin, 2.7 Mio. Tonnen (Bahnhof Pratteln), für den Leitstoff Propan 280'000 Tonnen (ebenfalls Bahnhof Pratteln) und für den Leitstoff Chlor 21'000 Tonnen (Raum Lausanne Triage).

Eine explizite Prognose zum künftigen Gefahrgutaufrücken auf der Linie ist nicht vorhanden und gemäss den bisherigen Erfahrungen sind entsprechende Prognosen mit grossen Unsicherheiten verbunden. Für die zukünftigen Situationen wird daher von einer pauschalen Zunahme von 10% gegenüber 2018 ausgegangen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass Störfälle auf einem kurzen Streckenabschnitt sehr seltene Ereignisse darstellen. Ereignisse mit dem Leitstoff Benzin sind in der Schweiz vereinzelt aufgetreten (z. B. Störfall in Zürich-Affoltern im März 1994). Ereignisse mit dem Leitstoff Propan sind deutlich seltener als mit dem Leitstoff Benzin. Entsprechende Ereignisse sind in Europa vereinzelt eingetreten (z. B. Störfall von Viareggio (Italien) im Mai 2009). Ereignisse mit dem Leitstoff Chlor sind ebenfalls deutlich seltener als mit dem Leitstoff Benzin. Entsprechende Ereignisse sind weltweit vereinzelt eingetreten (z. B. Störfall in Graniteville (USA, South Carolina) im Januar 2005). Der Leitstoff Chlor wird auf der betrachteten Linie lediglich in sehr geringen Mengen transportiert.

4.2 Personenexposition

Zur Abschätzung der Störfallrisiken werden gemäss der erwähnten Methodik zwei Personengruppen betrachtet, die sich in ihrer Aufenthaltswahrscheinlichkeit unterscheiden:

- Anwohnende (Anwesenheit primär in der Nacht und an Wochenenden);
- Personen an Arbeitsplätzen (Anwesend während typischen Arbeitszeiten an Werktagen).

Für die Risikoabschätzung werden die Arbeits- und Wohnbevölkerung bis zu einem Abstand von 2.5 km von der Strecke (maximale Wirkdistanz von stark humantoxischen Gasen wie Chlor) berücksichtigt. Zudem werden Personen in Reisezügen berücksichtigt. Für die vorliegende Risikoabschätzung werden die Daten des Bundesamtes für Statistik BFS zur Wohnbevölkerung (ständige Wohnbevölkerung STATPOP 2019) und zur Arbeitsbevölkerung (Vollzeitäquivalente STATENT 2018) für die Abstandsbereiche 0 – 50 m, 50 – 250 m, 250 – 500 m und 500 – 2'500 m angenommen.

Für die Risikobetrachtung der zukünftigen Situationen wird eine pauschale Erhöhung der Bevölkerung (Anwohnende, Arbeitsplätze) um 13% angenommen.

4.3 Entwicklungsvorhaben Steinacker

Die Anzahl an zusätzlichem Personenaufkommen aufgrund des Entwicklungsvorhabens, wurde wie folgt angenommen:

Baufeld	Anwohnende [Anzahl]	Arbeitsplätze [Anzahl]
A1	165	220
A2	163	140
A3	355	304
A4	131	112
B1	158	211
B2	158	211
B3	275	236
B4	274	235
C1	1'333	667
D1	274	823
D2	315	270
D3	248	212
Schulhaus	0	400

Tabelle 2: Annahmen zum zusätzlichen Personenaufkommen.

Eine Übersicht zur Lage der Baufelder findet sich in Anhang A1.

Die Personen auf dem Areal des Schulhauses wurden als «Arbeitsplätze» definiert, weil ein Schulhaus primär tagsüber und an Wochentagen belegt ist. Dies entspricht den Annahmen für Arbeitsplätze im verwendeten Modell. Das Alter der Personen wird im Modell nicht berücksichtigt.

4.4 Weitere Annahmen

Reisezüge und Besetzung

Hinsichtlich der Anzahl an Reisezügen, lässt sich das Segment R717 ebenfalls in zwei Abschnitte unterteilen. Auf 200 m des östlichen Teils der Strecke fahren deutlich mehr Reisezüge als im restlichen Teil. Im Jahr 2018 verkehrten gemäss den Daten der SBB im Mittel 332 Reisezüge pro Tag. Auf dem Rest der Strecke fuhren 80 Reisezüge. Der grosse Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Mehrheit der Züge in das Tunnel Richtung Zürich Flughafen abbiegt, und nicht auf dem Segment weiterfährt.

Bei der SBB wurden aktuelle Zahlen von Reisezügen und Prognosen für das Jahr 2030 angefragt. Auf Basis der Rückmeldungen vom 31.01.2022 und 03.02.2022, werden sich die Zugzahlen nicht signifikant ändern. Die Prognose für das Jahr 2030 ist mit 80 doppelstöckigen Pendlerzügen pro Tag auf dem Hauptteil der untersuchten Strecke angegeben (kein Unterschied zur Anzahl Reisezüge im Ist-Zustand).

Um trotz der Prognosen eine mögliche Erhöhung abzubilden, wurden die Zugzahlen pauschal um 10% erhöht.

Für die Besetzung der Reisezüge wurde der schweizweite Mittelwert von 120 Personen pro Reisezug angenommen (Mittelwert über alle über das Jahr verkehrende Züge). Dieser ist standardmässig im Modell enthalten.

Bahninfrastruktur

In Bezug auf die Bahninfrastruktur, insbesondere bei der Anzahl und Lage von Weichen, wird für 2030 der gleiche Zustand wie im Jahr 2021 angenommen.

Reisende auf Perrons

In Bezug zu den Daten zu Reisenden auf Perrons werden die Daten der SBB für das Jahr 2018 verwendet.

Geschwindigkeiten

Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten für Güterzüge auf dem untersuchten Segment betragen zwischen 80 und maximal 100 km/h.

5. Ergebnisse

5.1 Risiken

Die Risiken werden für den massgeblichen Indikator «Todesopfer» in Form von sogenannten Summenkurven für die drei Leitstoffe Benzin, Propan und Chlor sowie als Gesamtsummenkurve (Gesamtrisiken) in einem doppelt logarithmischen Häufigkeits-Ausmass-Diagramm dargestellt und den Beurteilungskriterien der StFV gegenübergestellt. Aus der Summenkurve lässt sich ablesen, wie häufig (y-Achse) ein vorgegebenes Schadenausmass auf der x-Achse erreicht wird. Die Risikosummenkurven sind, wie dies für die Beurteilung der Risiken üblich ist, auf eine Streckenlänge von 100 m normiert.

Die Risiken für die Ist-Situation liegen gemäss den Beurteilungskriterien der StFV vollständig im akzeptablen Bereich, s. Abbildung 1 und Abbildung 2. Dies gilt für die Summenkurven der einzelnen Leitstoffe, als auch die Gesamtsummenkurve. Im Bereich der häufigeren Szenarien dominiert der Leitstoff Benzin, bei weniger häufigen Szenarien Propan. Der Leitstoff Chlor ist hinsichtlich der Störfallrisiken nicht relevant. Dies trifft sowohl für das gesamte Segment als auch das untersuchte Teilsegment zu.

Die Störfallrisiken für Situation 1 sind im Vergleich zur Ist-Situation erhöht. Sie liegen jedoch immer noch vollständig im akzeptablen Bereich, siehe Abbildung 3 und Abbildung 4. Das maximale Ausmass für den Leitstoff Benzin ist bei rund 30 Todesopfern, das maximale Ausmass für den Leitstoff Propan liegt bei rund 230 Todesopfern.

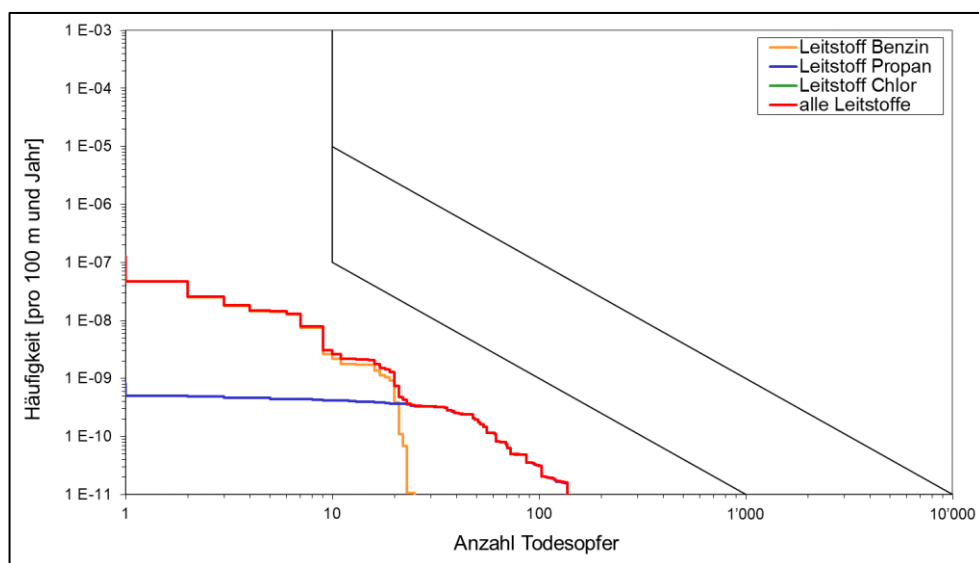


Abbildung 1: Ist-Situation, gesamtes Segment R717

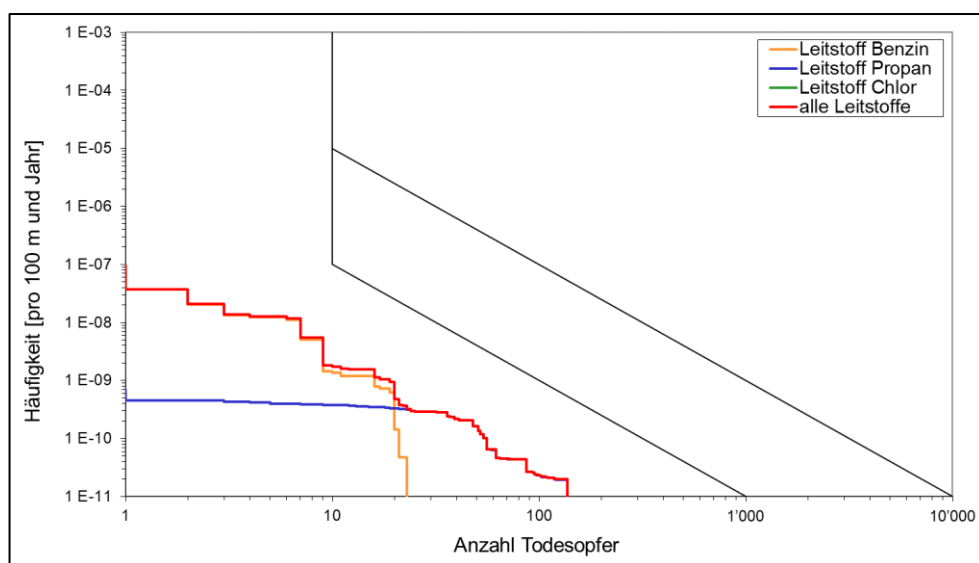


Abbildung 2: Ist-Situation, Teilsegment

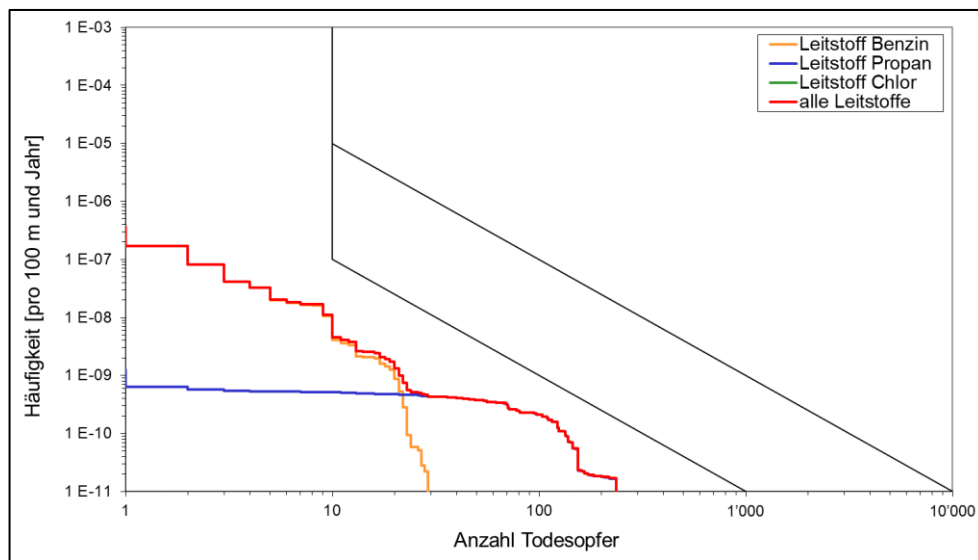


Abbildung 3: Zukunft, Situation 1 (Schulhaus auf Baufeld D1). Gesamtes Segment R717

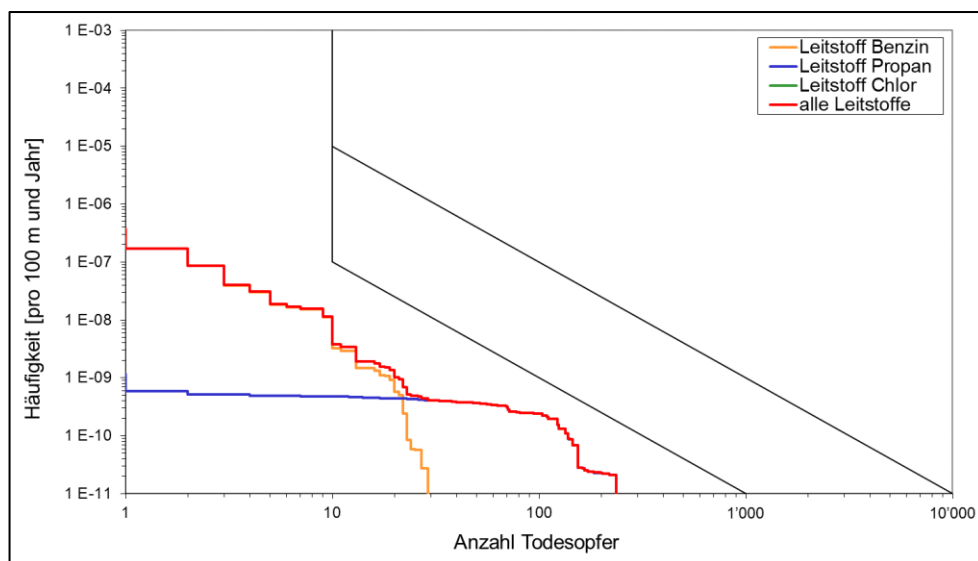


Abbildung 4: Zukunft, Situation 1 (Schulhaus auf Baufeld D1). Teilsegment

Im Fall, dass das Schulhaus auf Baufeld D2 realisiert wird (Situation 2), liegen die Störfallrisiken nochmals etwas höher, siehe Abbildung 5 und Abbildung 6. Insgesamt verlaufen die Summenkurven jedoch vollständig im akzeptablen Bereich.

Wird das Schulhaus auf Baufeld B1 realisiert (Situation 3), verlaufen die Summenkurven ebenfalls höher als für den heutigen Zustand. Insgesamt ist das Risiko aber ähnlich wie für die Situationen 1 und 2. Die Summenkurven verlaufen vollständig im akzeptablen Bereich, siehe Abbildung 7 und Abbildung 8.

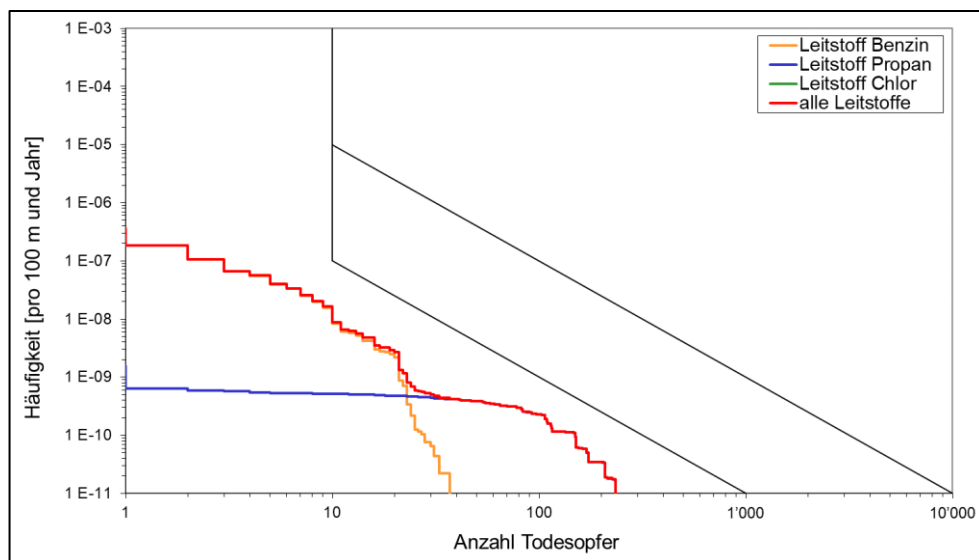


Abbildung 5: Zukunft, Situation 2 (Schulhaus auf Baufeld D2). Gesamtes Segment R717

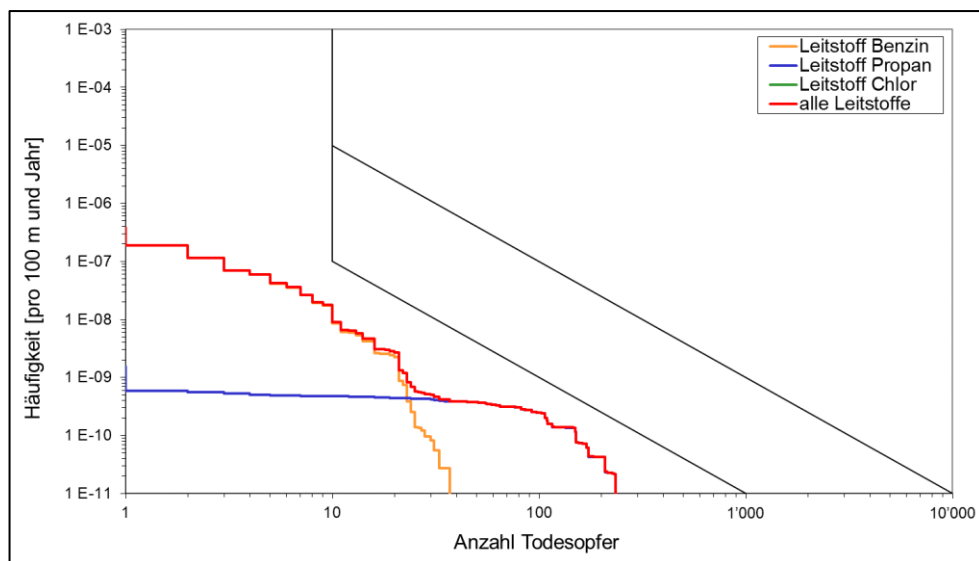


Abbildung 6: Zukunft, Situation 2 (Schulhaus auf Baufeld D2). Teilsegment

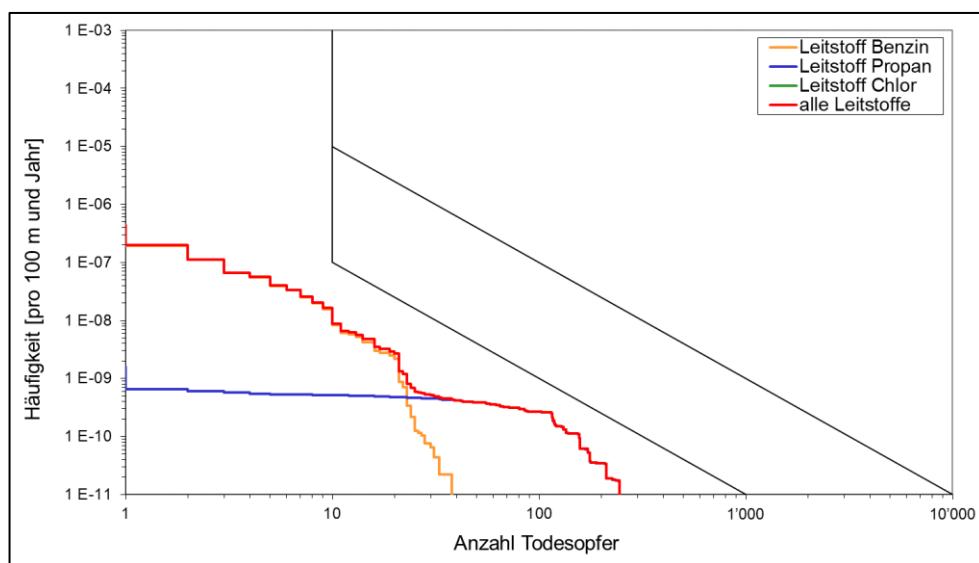


Abbildung 7: Zukunft, Situation 3 (Schulhaus auf Baufeld B1). Gesamtes Segment R717

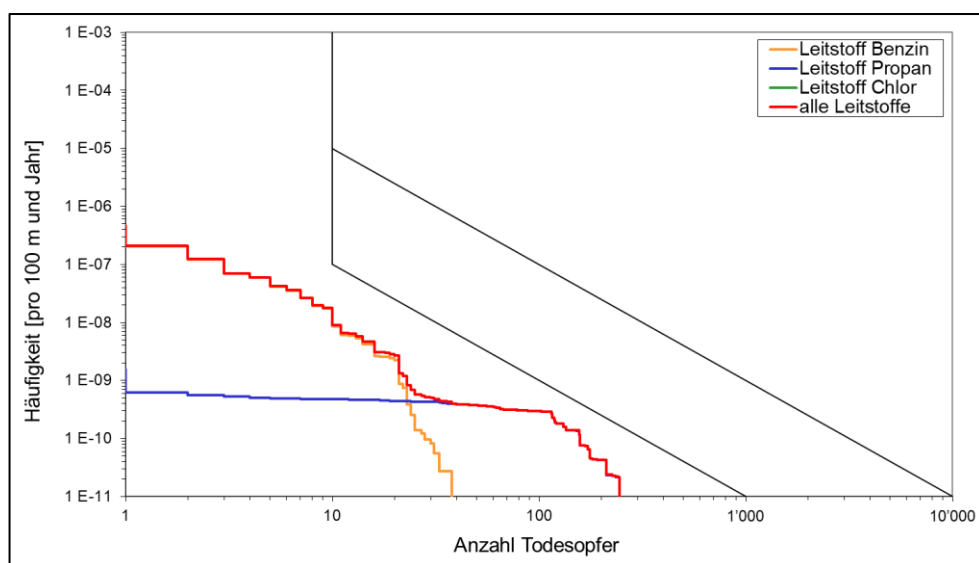


Abbildung 8: Zukunft, Situation 3 (Schulhaus auf Baufeld B1). Teilsegment

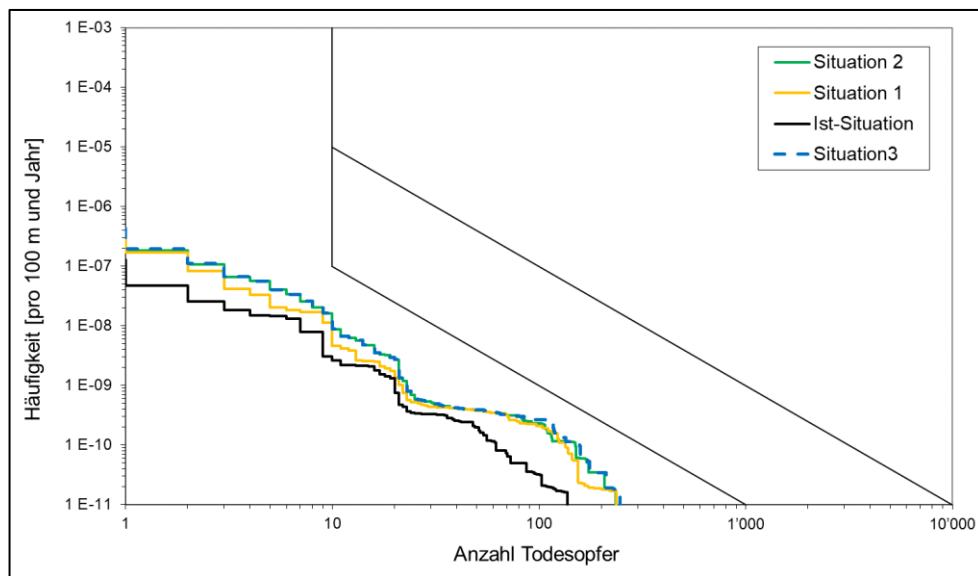


Abbildung 9: Vergleich der Gesamtsummenkurven, gesamtes Segment R717

In Abbildung 9 sind zum Vergleich die Gesamtsummenkurven aller vier untersuchten Zustände abgebildet. Es wird deutlich, dass für die Zustände nach Umsetzung der Bauprojekte, die Störfallrisiken im Vergleich zum Ist-Zustand erhöht sind. Die Risiken für Situation 1 sind etwas niedriger als für die Situationen 2 und 3. Dies hängt damit zusammen, dass die geplante Personendichte auf dem Baufeld D1 mit 274 Anwohnenden und 823 Arbeitsplätzen sehr hoch ist. Wird dort das Schulhaus umgesetzt, ist die Personenbelegung auf diesem Baufeld mit 400 Personen deutlich niedriger, was sich wiederum im Verlauf der Summenkurve zeigt.

Insgesamt wird in Abbildung 9 deutlich, dass die Störfallrisiken für den Leitstoff Propan für die seltenen Ereignisse im Bereich ab 80 Todesopfern am deutlichsten steigen. Das höchste Risiko ist im Bereich von rund 150 Todesopfern, die Häufigkeit ist jedoch so gering, dass das Risiko deutlich im akzeptablen Bereich liegt.

5.2 Folgerungen

Aus den Ergebnissen können die folgenden Folgerungen abgeleitet werden:

- Stoffe, die dem Leitstoff Chlor zugeordnet sind, werden auf der Linie lediglich in sehr geringem Ausmass transportiert. Die entsprechenden Risiken bzw. die mit diesen Stoffen verbundenen Szenarien (Ausbreitung humantoxischer Gase) sind von untergeordneter Bedeutung.
- Stoffe, die dem Leitstoff Propan oder Benzin zugeordnet sind, werden auf der Linie im Vergleich zu anderen, risikorelevanten Abschnitten in der Schweiz lediglich in geringem Ausmass transportiert. Die Risiken aufgrund des Transports von Propan und Benzin sind relevant, verlaufen jedoch vollständig im akzeptablen Bereich.
- Die Gesamtsummenkurve liegt aktuell vollständig im akzeptablen Bereich. Massgebend hierfür ist der relativ geringe Gefahrguttransport auf

der Linie, die relativ geringe dörfliche bis kleinstädtische Bevölkerungsdichte in der Umgebung sowie ein relativ geringer Reisezugverkehr auf dem massgebenden Abschnitt.

- Die Umsetzung der Arealentwicklung Steinacker führt zu einer signifikanten Erhöhung der Risiken. Die Risiken verbleiben jedoch auch unter Berücksichtigung aller Entwicklungen (Umgebung, Bahninfrastruktur, Bahnbetrieb) vollständig im akzeptablen Bereich.
- Risikosummenkurven im akzeptablen Bereich werden in der aktuellen Praxis der Kantone als tragbar beurteilt. Voraussetzung dazu ist gemäss Planungshilfe des Bundes, dass die allgemeinen Sicherheitsmassnahmen nach Art. 3 StFV umgesetzt sind sowie einfache raumplanerische und bauliche Massnahmen geprüft werden.³ In der weiteren Arealplanung sind daher Massnahmen zur Minderung der Risiken zu prüfen und, falls diese verhältnismässig sind, umzusetzen. Diesbezügliche Ansätze sind im folgenden Kapitel in allgemeiner Form aufgeführt.

6. Massnahmen

Massnahmen im Distanzbereich 0 – 50 m

- *Empfindliche Nutzungen:* Auf die Anordnung von empfindlichen Nutzungen wie Schulen, Kinderkrippen oder Kindergärten, etc. ist zu verzichten.⁴
- *Empfindliche Aussenflächen:* Auf die Anordnung von empfindlichen Aussenflächen wie beispielsweise Spielplätze für Kinder ist zu verzichten.
- *Personenintensive Aussenflächen:* Auf die Anordnung von personenintensiven Aussenflächen wie beispielsweise stark frequentierte Parkanlagen oder Terrassen ist zu verzichten.
- *Fluchtwege:* Fluchtwege von Gebäuden sind so anzuordnen und auszugestalten, dass sie auch im Falle eines Brandereignisses auf der Bahnlinie eine sichere Evakuierung gewährleisten (Fluchtmöglichkeit aus dem Gebäude auf der der Bahnlinie abgewandten Gebäudeseite).
- *Tragkonstruktion und Fassaden:* Bei einem Brandereignis (z. B. Benzinbrand) auf der Bahnlinie ist von bedeutenden Hitzeeinwirkungen auf die Fassaden und die Tragkonstruktion von Gebäuden direkt an der Bahnlinie auszugehen.⁵ Die Fassaden und die Tragkonstruktion von Gebäuden direkt an der Bahnlinie sind so auszugestalten, dass sie diesen auftretenden Hitzeeinwirkungen so lange standhalten, wie für eine Evakuierung der Gebäude notwendig ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Wohnnutzungen und insbesondere Schlafzimmer eine längere Zeit für die Evakuierung als z. B. Büronutzungen erfordern.

³ Art. 3 StFV bezieht sich auf die Anlage und die raumplanerischen und baulichen Massnahmen beziehen sich auf Projektvorhaben im Nahbereich der Bahnlinie.

⁴ Aus der Sicht der Störfallrisiken ist daher die Variante 3 (Anordnung des Schulareals am von der Bahnlinie entfernten Standort) zu bevorzugen.

⁵ Hitzestrahlung in Abhängigkeit der Distanz zur Bahnlinie (Richtwerte): 5m / 25 kW/m², 10m / 15 kW/m², 20m / 5 kW/m².

- *Begehbare Aussenflächen an Fassaden*: Auf die Anordnung von begehbaren Aussenflächen, wie Balkone, ist zu verzichten. Nicht betroffen sind Fassaden ohne direkte Sicht auf die Bahngleise.
- *Geschlossene Fassaden*: Bei Gebäuden ist eine möglichst geschlossene Fassade vorzusehen (z. B. dauerhaft geschlossene Fenster). Nicht betroffen sind Fassaden ohne direkte Sicht auf die Bahngleise. Da entsprechende Massnahmen z. B. bei Büronutzungen einfacher umzusetzen sind, sind entsprechende Nutzungen in diesen Bereichen zu bevorzugen.
- *Anordnung von Nutzungen*: Für Gebäude direkt an der Bahnlinie ist wenn möglich darauf zu verzichten, sensible Nutzungen wie beispielsweise Schlafräume von Wohnungen direkt an der Fassade zur Bahnlinie anzuordnen.
- *Lüftungsanlagen*: Lüftungsanlagen sind so auszugestalten, dass die Ansaugstellen möglichst auf der bahnabgewandten Seite zu liegen kommen.
- *Zugang für Ereignisdienste*: Bei einem Ereignis auf der Bahnlinie ist es von zentraler Bedeutung, dass Ereignisdienste für die Bekämpfung des Ereignisses und zur Rettung von Personen im Freien und in Gebäuden Zugang zum Ereignisort haben. Entsprechende Zugangsmöglichkeiten sind in der Arealplanung soweit möglich vorzusehen.

Massnahmen im Distanzbereich 50 – 100 m

- *Empfindliche Nutzungen*: Auf die Anordnung von empfindlichen Nutzungen wie Schulen, Kinderkrippen oder Kindergärten, etc. ist zu verzichten. Ausnahmen sind möglich, wenn alternative Standorte nicht geeignet sind und der Standort gegenüber Ereignissen auf der Bahnlinie gut geschützt ist.
- *Empfindliche Aussenflächen*: Sind empfindliche Aussenflächen wie beispielsweise Spielplätze für Kinder vorgesehen, so sind diese an geschützten Orten anzuordnen. Geschützt sind Orte, die keine direkte Sicht auf die Bahnlinie aufweisen.
- *Personenintensive Aussenflächen*: Sind personenintensive Aussenflächen wie beispielsweise stark frequentierte Parkanlagen oder Terrassen vorgesehen, so sind diese an geschützten Orten anzuordnen (geschützte Orte: wie unter «empfindliche Aussenflächen» definiert).
- *Fluchtwege*: Fluchtwege von Gebäuden sind so anzuordnen und auszugestalten, dass sie auch im Falle eines Brandereignisses auf der Bahnlinie eine sichere Evakuierung gewährleisten (Fluchtmöglichkeit aus dem Gebäude auf der der Bahnlinie abgewandten Gebäudeseite oder im Schutz von Gebäuden, die näher an der Bahnlinie liegen).
- *Zugang für Ereignisdienste*: Bei einem Ereignis auf der Bahnlinie ist es von zentraler Bedeutung, dass Ereignisdienste für die Bekämpfung des Ereignisses und zur Rettung von Personen im Freien und in Gebäuden Zugang zum Ereignisort haben. Entsprechende Zugangsmöglichkeiten sind in der Arealplanung soweit möglich vorzusehen.

Massnahmen im Distanzbereich > 100 m

— *Zugang für Ereignisdienste:* Bei einem Ereignis auf der Bahnlinie ist es von zentraler Bedeutung, dass Ereignisdienste für die Bekämpfung des Ereignisses und zur Rettung von Personen im Freien und in Gebäuden Zugang zum Ereignisort haben. Entsprechende Zugangsmöglichkeiten sind in der Arealplanung soweit möglich vorzusehen.

Im Hinblick auf die weitere Planung des Entwicklungsvorhabens ist darauf hinzuweisen, dass die Risiken auf dem Streckenabschnitt auch unter Berücksichtigung der geplanten Entwicklungsvorhaben vollständig im akzeptablen Bereich zu liegen kommen. Die oben aufgeführten Massnahmen sind daher als Empfehlungen zu betrachten, die es zu prüfen gilt. Bei Risiken im akzeptablen Bereich ist die Verhältnismässigkeit von kostenintensiven Massnahmen oder Massnahmen mit bedeutenden Auswirkungen auf die Entwicklungsvorhaben in der Regel nicht gegeben.

7. Literaturverzeichnis

- [Lit. 1] Schweizerische Eidgenossenschaft: Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991 (Stand am 1. August 2019). SR 814.012.
- [Lit. 2] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.): Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung (StFV). Ein Modul des Handbuchs zur Störfallverordnung (StFV). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1807. 2018.
- [Lit. 3] Bundesamt für Verkehr BAV: Risiken für die Bevölkerung beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn. Methodik und Datenaufbereitung Screening Personenrisiken (Methodikbericht Screening Personenrisiken). Februar 2015.
- [Lit. 4] Schweizerische Bundesbahnen SBB: Regelwerk I-50062. Einschränkungen im Verkehr mit Gefahrgütern, die dem Leitstoff Chlor zugeordnet sind. 09.12.2018.
- [Lit. 5] Bundesamt für Umwelt BAFU: Neubauten im Einflussbereich von Störfallanlagen. Eine Studie zur Eignung von Objektschutzmassnahmen. 11. März 2021.

A1 Situation Baufelder



Abbildung 10: Lage der Baufelder mit jeweiliger Personenbelegung, Situation 1: Variante Schulhaus auf Baufeld D1.

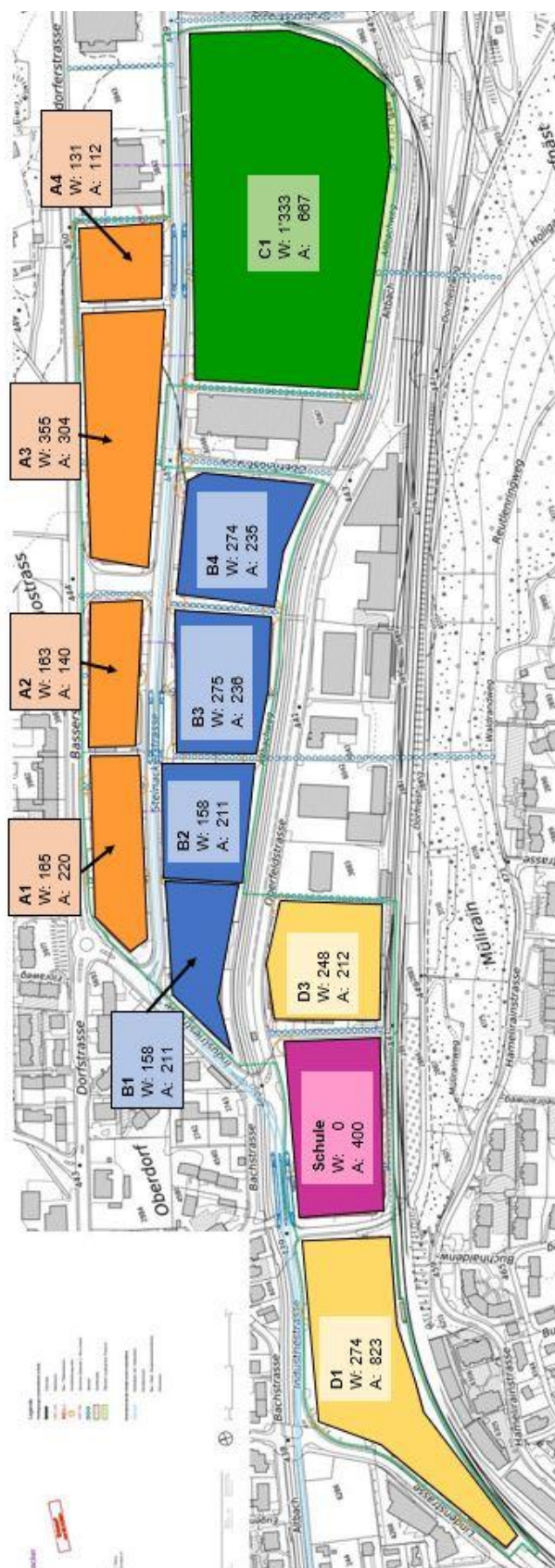


Abbildung 11: Lage der Baufelder mit jeweiliger Personenbelegung, Situation 2: Variante Schulhaus auf Baufeld D2.

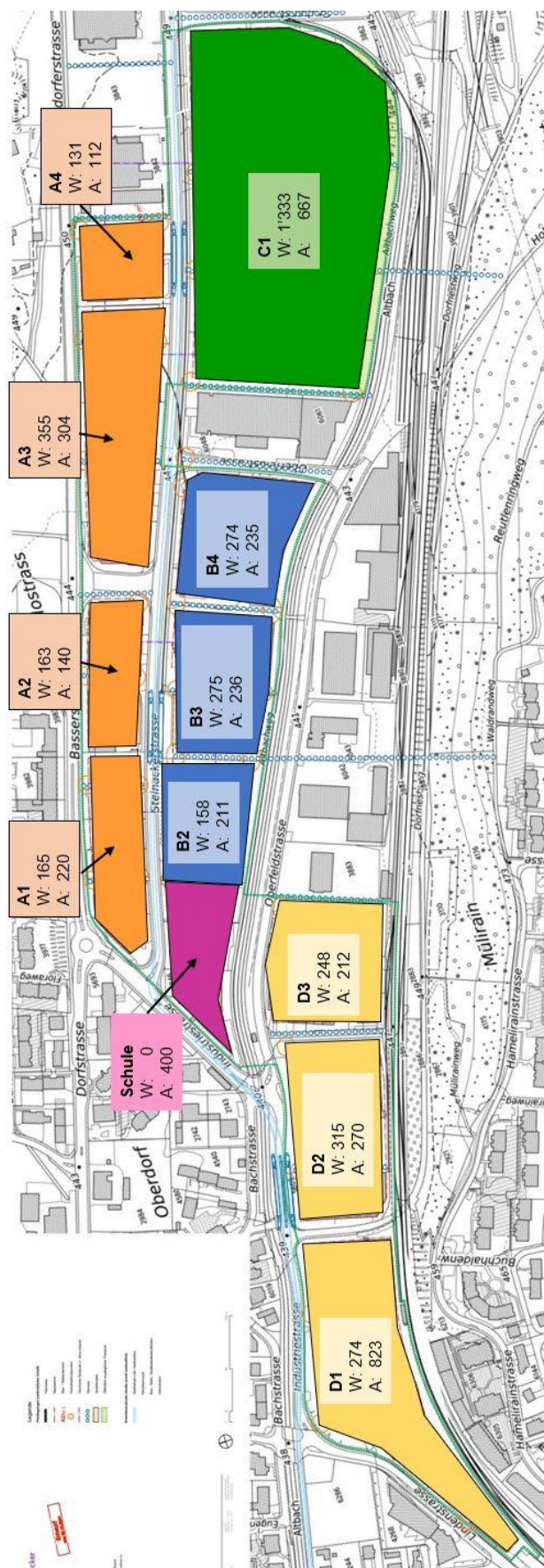


Abbildung 12: Lage der Baufelder mit jeweiliger Personenbelegung, Situation 3: Variante Schulhaus auf Baufeld B1.

A2 Untersuchte Eisenbahnlinie

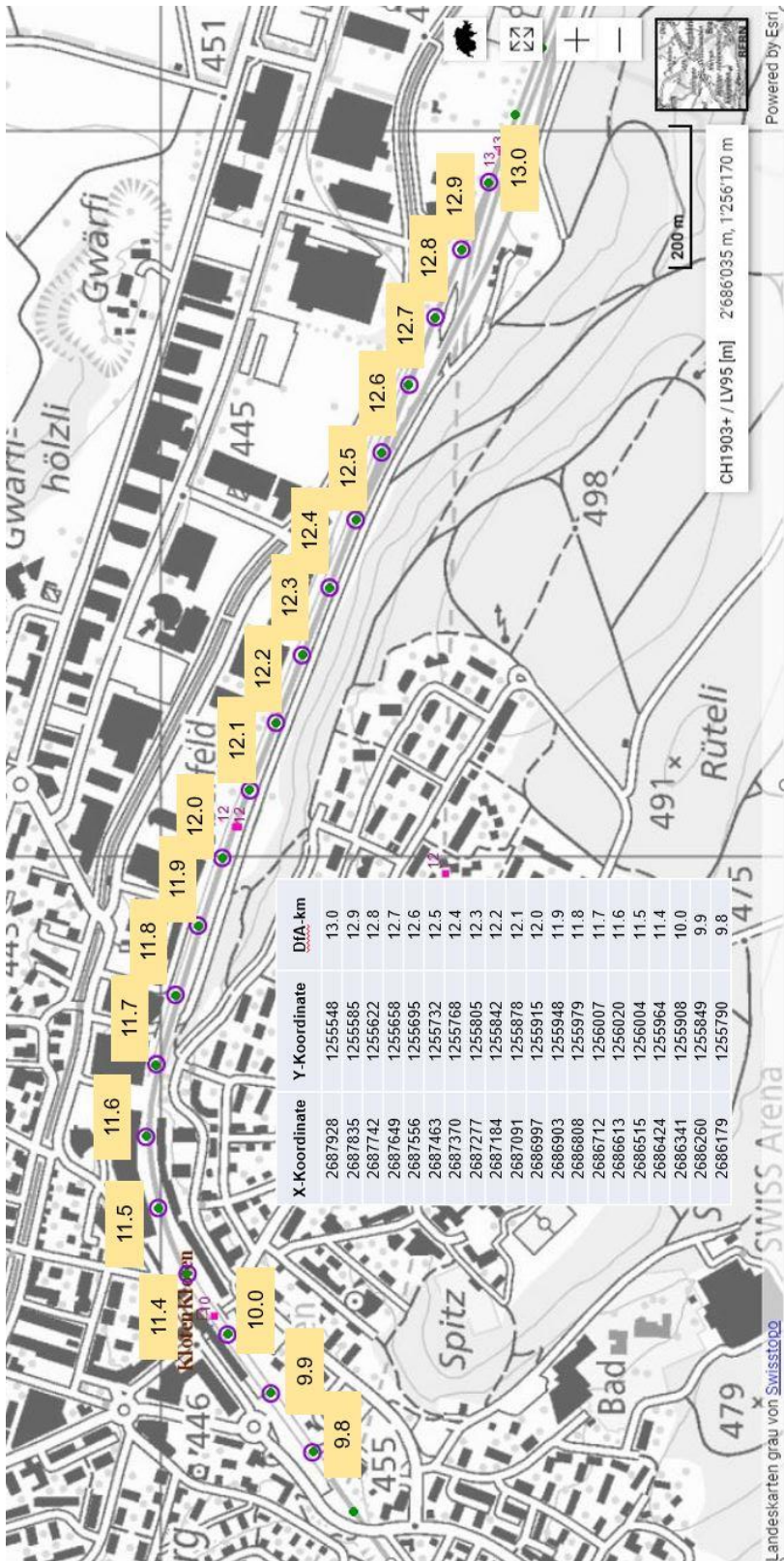


Abbildung 13: Relevanter Bahnstreckenabschnitt, mit untersuchten Subelementen

A3 Kurzbeschrieb Screening-Methodik

Die Risiken durch den Bahntransport gefährlicher Güter werden mit der Screening-Methode ermittelt [Lit. 3]. Die Methode wurde unter der Leitung des Bundesamts für Verkehr (BAV), des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und mit Beteiligung der SBB und der BLS AG entwickelt. Die Screening-Methode findet gesamtschweizerisch für die Beurteilung der Risiken nach Störfallverordnung auf Stufe Kurzbericht Anwendung und ist breit akzeptiert.

Bei der Ermittlung der Risiken hat sich ein Szenario-basiertes Vorgehen etabliert. Die Bildung von Szenarien erfolgt auf verschiedenen Ebenen:

- Die Wirkung von Störfällen hängt von den Eigenschaften der freigesetzten Stoffe ab. Drei Leitstoffe charakterisieren Stoffgruppen, die in Bezug auf die Gefahrgutwirkungen vergleichbare Eigenschaften haben.
- Pro Stoffgruppe werden die wichtigsten Wirkungen unterschieden, die sich in der Reichweite der Gefahrgutwirkungen sowie teilweise in den physikalischen Auswirkungen (z.B. Auftreten von Druckstössen) auf Personen unterscheiden.
- Weiter werden mittels Szenarien verschiedenste Einflussgrössen berücksichtigt, die auf die Häufigkeit und / oder das Schadenausmass einen Einfluss haben. Es sind dies z.B. die freigesetzte Stoffmenge oder der Zeitpunkt einer Freisetzung (tags bzw. nachts).

Wie für Verkehrsträger üblich, werden die drei Leitstoffe Benzin, Propan und Chlor betrachtet. Deren Eigenschaften, die wichtigsten Vertreter sowie die zugehörigen Wirkungen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die betrachteten Szenarien werden für alle drei Leitstoffe hinsichtlich ihrer Eintretenshäufigkeit und der Verteilung des erwarteten Schadenausmasses beurteilt. Dabei werden alle Nutzungen berücksichtigt, die innerhalb der Wirkdistanz des entsprechenden Szenarios (maximal 2.5 km beim Leitstoff Chlor) massgebliche Schäden verursachen können.

Leitstoff	Massgebliche Stoffeigenschaften	Wichtigste Vertreter	Gefährdung von Personen durch...
Benzin	Flüssig, leicht brennbar	Benzin und ähnliche Treibstoffe, diverse Lösungsmittel, Kerosin	1) Lachenbrand mit Hitzeeinwirkungen
Propan	Unter Druck verflüssigtes Gas, leicht brennbar	Propan, Butan, andere Kohlenwasserstoffe, Vinylchlorid	2) Freistrahbrand mit Hitzeeinwirkung 3) Gaswolkenbrand mit Hitze- und evtl. Druckeinwirkung 4) Feuerball mit Hitze- und Druckeinwirkung
Chlor	Unter Druck verflüssigtes Gas, humantoxisch	Chlor, Chlorwasserstoff, Ammoniak	5) Ausbreitung Gaswolke + humantoxische Wirkungen bei Aufnahme über die Atemwege

Tabelle 3: Leitstoffe, zugehörige Stoffe und massgebliche Wirkungen

Die Screening-Methodik unterscheidet zwischen vier Personengruppen, die sich insbesondere hinsichtlich ihrer Präsenzzeiten und Aufenthaltsdauer unterscheiden:

1. Anwohnende (Anwesenheit vorwiegend nachts und an Wochenenden)
2. Personen an Arbeitsplätzen (Anwesenheit vorwiegend während typischen Arbeitszeiten an Werktagen)
3. Insassen von Reisezügen (kurzzeitige, wiederkehrende Exposition von Personen auf Mehrspurstrecken)
4. Reisende in Bahnhöfen bzw. auf Perronanlagen (kurzzeitige, stark fluktuierende Exposition)

Bei Bedarf werden weitere Nutzungen bzw. Personengruppen berücksichtigt, deren Präsenzzeiten sich von den obigen unterscheiden (z.B. Besucher).